

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS



CARRERA DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA

Tema: “Evaluación de la composición de la leche de cabra (*Capra aegagrus hircus*)
alimentada con dietas a base de forrajes arbóreos”

CASTRO VARGAS PAMELA LISSETTE

TUTOR: Ing. MARCOS BARROS, PhD

CEVALLOS – ECUADOR

2020

Tema: "Evaluación de la composición de la leche de cabra (*Capra aegagrus hircus*) alimentada con dietas a base de forrajes arbóreos"

Aprobado por:



.....

TUTOR: Ing. MARCOS BARROS, PhD

DERECHO DE AUTOR

Al presentar este Informe Final del proyecto de Investigación titulado “**Evaluación de la composición de la leche de cabra (*Capra aegagrus hircus*) alimentada con dietas a base de forrajes arbóreos**” como uno de los requisitos previos para lo obtención del título de Tercer Nivel en la Universidad Técnica de Ambato, autorizo a la Biblioteca de la Facultad, para que haga de esta tesis un documento disponible para su lectura, según las normas de la Universidad.

Estoy de acuerdo en que se realice cualquier copia de este Informe Final, dentro de las regulaciones de la Universidad, siempre y cuando esta reproducción no suponga una ganancia económica potencial.

Sin perjuicio de ejercer mi derecho de autor, autorizo a la Universidad Técnica de Ambato la publicación de esta tesis, o de parte de ella.

Aprobación del tribunal de grado

“Evaluación de la composición de la leche de cabra (*Capra aegagrus hircus*)
alimentada con dietas a base de forrajes arbóreos”

APROBADO POR:

FECHA:



29/01/2020

Ing. Giovanni Velastegui Espín, Mg

PRESIDENTE DEL TRIBUNAL DE CALIFICACIÓN



29/01/2020

Ing. Gonzalo Aragadvay, Mg

MIEMBRO DEL TRIBUNAL DE CALIFICACIÓN



29/01/2020

Ing. Jorge Ricardo Guerrero López, Mg.

MIEMBRO DEL TRIBUNAL DE CALIFICACIÓN

Agradecimientos

Agradezco infinitamente a Dios por darme salud y vida para llegar a este momento en mi vida. A mi alma mater la Universidad Técnica de Ambato que por tantos años me acogió en sus instalaciones, a cada uno de mis profesores que aportaron con un granito de arena para formarme como profesional, a mi familia que estuvo siempre acompañándome en cada paso que di.. Mi papá Vicente Castro que sin su apoyo no hubiera llegado a ningún lado gracias... Mi mamá Lourdes Vargas que ha sido siempre mi pilar fundamental en toda mi carrera, mi hermana Verónica Castro por toda la comprensión y sobre todo mi tía Paulina que sin todos sus consejos no sería quien soy.

Agradezco a la Ing. Verónica Rivera por dejarme formar parte de este proyecto, por su apoyo y confianza hacia mi persona. Al Dr. Marcos Barros tutor de mi tesis por todo su tiempo y buenas enseñanzas que me ha dejado en este tiempo. Al Ing. Gonzalo Aragadvay por ser un excelente docente, una excelente persona y un gran amigo.

A todos mis compañeros, amigos leales que estuvieron en cada uno de los momentos en esta Universidad, dándome su apoyo, sus consejos su amistad

A todos los mencionados muchas gracias que sin el aporte de todos yo no hubiera llegado hasta aquí.

Dedicatoria

Este trabajo lo dedico con todo mi corazón a mi familia, que siempre han sido lo más importante en mi vida y me apoyaron a pesar de todo y contra todo por comprenderme por ayudarme , darme lo mejor que han podido hacer y mucho más por mi.....

Gracias Dios por darme inteligencia y sabiduría para llegar tan lejos

INDICE GENERAL

CAPITULO I.- MARCO TEORICO	11
1.1 Antecedentes Investigativos	11
1.2 Objetivos	16
1.2.1 Objetivo General.....	16
1.2.2 Objetivos Específicos	16
CAPITULO II.- METODOLOGIA.....	17
2.1 Materiales	17
2.2 Métodos	18
2.2.1 Animales, alimentación y tratamientos experimentales.....	18
2.2.2 Consumo voluntario.....	19
2.2.3 Rendimiento y calidad de leche	20
2.2.4 Digestibilidad de las dietas.....	20
2.2.5 Análisis químicos	21
2.2.6 Diseño experimental y análisis estadístico	21
CAPITULO III.- RESULTADOS Y DISCUSION	22
3.1 Análisis de resultados	22
3.1.1 Consumo voluntario.....	22
3.1.2 Análisis químico de la leche	23
3.2 Discusión	24
3.3 Verificación de hipótesis	27
CAPITULO IV.- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	28
4.1 Conclusiones	28
4.2 Recomendaciones	28
MATERIALES DE REFERENCIA.....	29

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Dietas experimentales y composición química (g/kg MS).....	18
Tabla 2. Consumo voluntario, digestibilidad y producción de leche en cabras alimentadas con dietas a base de forrajes arbóreos.....	22
Tabla 3. Composición química (en %) de la leche de cabra alimentadas con inclusión de forrajes arbóreos en la dieta.....	23

Resumen

El objetivo de la presente investigación fue determinar el consumo voluntario, composición fisicoquímica y producción de la leche de cabras alimentadas con dietas a base de forrajes arbóreos como Acacia negra (*Acacia melanoxylon*) y Retama (*Senna multiglandulosa*). Se utilizaron 4 cabras en periodo de gestación (2 primíparas y 2 multíparas). El trabajo se realizó en la Facultad de Ciencias Agropecuarias – UTA. El consumo voluntario se realizó mediante el método directo (alimento ofrecido – alimento rechazado en 24h) cada 15 días 3 días consecutivos. El rendimiento de leche se evaluó cada 15 días durante 3 días consecutivos en ordeños por la mañana y por la tarde. El análisis de la composición fisicoquímica de la leche obtenida se realizó utilizando un analizador de leche automático: LACTOSCAN donde se ocuparon muestras de 0.5 kg por tratamiento. La digestibilidad de las dietas se realizó *in vitro*. El consumo voluntario de MS y consumo de MS digestible no mostró diferencias entre los tratamientos ($P>0.05$). La digestibilidad de la MS fue mayor ($P=0.0003$) en el tratamiento con inclusión de retama (*S.multiglandulosa*) (T3; 74.2%). Con respecto al rendimiento de leche fue mayor ($P=0.0012$) en el tratamiento con inclusión de acacia (*A. Melanoxylon*) (T2) con una producción de 1.5 L/animal/día. La composición química de la leche en analitos como grasa, solidos no grasos, proteína, minerales, lactosa, densidad no se reflejó diferencias significativas ($P>0.05$) entre los tratamientos evaluados. Se concluyó que al incluir *A.melanoxylon* en la dieta de cabras lecheras esta aumenta la producción de leche.

Palabras clave: Consumo voluntario, digestibilidad, análisis fisicoquímico, producción, cabras.

Abstract

The aim of the present research was to determine the voluntary intake, physicochemical composition and milk production of goats fed with diets based on tree forages such as Acacia black (*Acacia melanoxylon*) and Retama (*Senna multiglandulosa*). 4 goats were used during pregnancy (2 primiparous and 2 multiparous). The work was carried out in the Facultad de Ciencias Agropecuarias - UTA. The voluntary intake was carried out by the direct method (feed offered - feed rejected in 24 hours) every 15 days 3 consecutive days. Milk yield was evaluated every 15 days for 3 consecutive days in milking in the morning and in the afternoon. The analysis of the physicochemical composition of the milk obtained was performed using an automatic milk analyzer: LACTOSCAN, where samples of 0.5 kg per treatment were used. The digestibility of the diets was performed *in vitro*. Voluntary intake of DM and digestible DM no showed differences between treatments ($P > 0.05$). The digestibility of DM was higher ($P = 0.0003$) in the treatment including broom (*S.multiglandulosa*) (T3; 74.2%). Regarding milk yield, it was higher ($P = 0.0012$) in the treatment including Acacia (T2) with a production of 1.5 L/animal/day. The chemical composition of milk in analytes such as fat, non-fat solids, protein, minerals, lactose, density was not reflected significant differences ($P > 0.05$) between the evaluated treatments. It was concluded that by including *A.melanoxylon* in the diet of dairy goats it increases milk production.

Keywords: Voluntary Intake, Digestibility, Physicochemical Composition, Production, Goats

CAPITULO I.- MARCO TEORICO

1.1 Antecedentes Investigativos

En Latinoamérica los sistemas de producción caprina son en gran mayoría a libre pastoreo en cuanto a carne. En la producción lechera se utiliza sistemas de producción semi-intensivos. La alimentación convencional en la producción caprina ha sido por varios años a base de forrajes, mezclas entre leguminosas, gramíneas además de malezas, la cabra doméstica es un herbívoro que ha mostrado hábitos flexibles en su alimentación además de fácil adaptación a ambientes rústicos, debido a su anatomía y fisiología, flora ruminal e intestinal a alimentos a base de forrajes arbóreos además de su criterio de selección por alimentos con calidad nutritiva (**Baraza et al. 2009**). El ramoneo de plantas arbustivas ha formado parte de la alimentación natural de los caprinos (**Zambrano et al. 2011**). La población actual de ganado caprino en el Ecuador es de 39.583 cabezas de ganado distribuidas en todo el país (**INEC, 2019**). La zona andina se encuentra abastecida con gran variedad de forrajes arbóreos, muchos de estos con elevados contenidos de compuestos secundarios (**Ortiz-Tirado 2016**). Por ello, la utilización de forrajes arbóreos ricos en compuestos secundarios se ha mostrado como alternativa a la alimentación convencional en la dieta de estos animales, el estudio de los taninos ha ido incrementando en la actualidad debido a su aprovechamiento por parte de los rumiantes en la alimentación, ya sea a base de forrajes o en mezclas concentradas (**Márquez y Suárez 2008**).

Los compuestos secundarios al ser ingeridos contribuyen beneficiosamente en disminuir pérdidas de energía en forma de gases de efecto invernadero, además los taninos pueden tener propiedades benéficas en la alimentación de las cabras: i) efecto antihelmínticos y antioxidantes (**Hoste et al. 2006**). ii) el complejo tanino-

proteína favorece el paso de proteína de sobrepaso a las partes bajas del tracto gastrointestinal (**Torres Acosta et al. 2008**), iii) reducción de la producción de H₂ y potencial de defaunación de protozoos en el rumen con ello, disminución de la metanogénesis ruminal (**Manotoa 2016**), iv) disminuye el exceso de nitrógeno en el rumen inhibiendo la ureasa microbiana (**Smitha Patel et al. 2013**).

La elevada cantidad de taninos en rumiantes pueden ser perjudiciales debido a los efectos nocivos que estos tienen sobre la digestión y el consumo de alimento, mermando de este modo el rendimiento productivo de los animales (**Ramos 2006**). Investigaciones en ganado lechero bovino reportan que al adicionar *Acacia decurrens* en las dietas como alimento altamente proteico a pesar de verse limitado por la cantidad de metabolitos secundarios que posee y su palatabilidad se reportan valores de MS 48.72%, digestibilidad ruminal in situ a las 48 horas de 50.04%, PC 14.86%, FDA de 31,40%, FDN de 45,25%. Al ser incorporada hasta un 85% de la planta, no se encontraron diferencias significativas en la producción de leche, ni en su composición (**Gerardo y Hernández 2017**).

Estudios realizados con forrajes como la *Leucaena leucocephala*, *Enterolobium cyclocarpum* y *Pennisetum purpureum* con T1: 100% *Pennisetum purpureum*, T2: 30% *Leucaena leucocephala* foliage + 70% *P. purpureum*, T3: 30% *E. cyclocarpum* fruits + 70% *P. purpureum*, T4: 30% *L. leucocephala* foliage + 30% *E. cyclocarpum* fruits + 40% *P. purpureum* muestran contenidos de taninos condensados de 48,0 (g/kg MS) T4 y 41,3 (g/kg MS) T2 donde se obtuvo como resultado la ingesta voluntaria fue mayor. Se observó una mayor ganancia de peso vivo en los animales. Del mismo modo, la conversión de alimentación la eficiencia mejoró. La producción de gas *in vitro* fue inferior. La digestibilidad aparente de la MS fue mayor. Los recuentos de protozoos fueron más bajos, concluyendo que una dieta nutricional mejorada aporta con gran cantidad de proteínas, más baja pared celular y con una digestibilidad mayor de materia seca (**Barros-Rodríguez et al. 2014**).

Los forrajes arbóreos como *Acacia melanoxylon*, *Acacia hayesii*, *Genista monspessulana* son alternativas para considerar en las dietas para ovinos, porque muestra excelentes resultados en consumo voluntario, nivel de proteína y fibra alto, que al ser proporcionado en cantidades apropiadas los animales no muestran alteraciones fisiológicas negativas (**Chimborazo Azogue 2018**).

En este sentido, la utilización de *A.melanoxylon* y *S.multiglandulosa* se presenta como una alternativa para la alimentación de cabras lecheras bajo sistemas de estabulado. Ya que estos forrajes contienen altas concentraciones de proteína 15.05 % en acacia y 19.93% en retama y taninos condensados, 5.71% en acacia y 1,1 % para retama respectivamente (**Tituaña Pulluquitin 2018**), así como, buena digestión ruminal y potencial mitigación de gases de efecto invernadero (**Barros-Rodríguez et al. 2014**). Se ha evidenciado en investigaciones que al utilizar *A. melanoxylon* en dietas de rumiantes, aumenta el flujo de proteína microbiana hacia el duodeno, disminuyendo la población protozoaria y aumentando bacterias aminolíticas relacionadas en degradación y fermentación de carbohidratos (**Manotoa 2016**). En estudios anteriores se ha demostrado que al incluir *S. multiglandulosa* en dieta de ovinos y caprinos presentó efecto detrimentales en la alimentación del animal puesto que disminuyó la producción de metano e incrementó la digestibilidad de MS y MO (**Tituaña Pulluquitin 2018**). Además dietas a base de plantas taniníferas al formar el complejo tanino proteína no se solubiliza por las enzimas de bacterias ruminales, pasando a abomaso donde es degradado en componentes iniciales permitiendo incorporarse a la proteína de bypass por tanto contribuyendo en el incremento de la producción láctea (**Carvajal et al. 2012**).

Sin embargo, la cabra no se muestra sensible a sus efectos, debido al desarrollo del comportamiento selectivo en su alimentación conforme evolucionaron, regulando su ingesta en lugar de obviarla por completo (**Hernández-Orduño et al. 2012**). Además, se conoce que la cabra posee en su saliva proteínas salivares que en esta

especie es altamente significativa en cuya composición tenemos glicina, glutamina, y ácido glutámico además que posee un pH neutro que actúan como mecanismo de defensa que se adhieren al tanino para evitar que este sea captado por otras proteínas y enzimas y así impedir la degradación en compuestos tóxicos para el animal (**Ventura et al. 2013**), favoreciendo la ingesta de plantas con altos niveles de compuestos secundarios a diferencia de otras especies, puesto que del total de proteínas de unión a taninos salivales identificadas hasta el momento, un 45% son ricas en prolina (**Mole et al. 1990**). La funcionalidad de estas proteínas con los taninos implica la formación de complejos tanino-proteína, que aumenta la cantidad de proteína disponible hacia las partes bajas del tracto gastrointestinal (**McArthur et al. 1995**). Con base a lo mencionado anteriormente se ha buscado alternativas para combatir el problema de alimentación en cabras, siendo así la utilización de forrajes arbóreos una alternativa bastante innovadora debido a las características que estos forrajes poseen, además de sus efectos que se puede dar en la producción de leche.

La leche de cabra tiene similitud en la composición a la leche humana, producto natural que es secretado por la glándula mamaria de la cabra, líquido color blanquecino, la composición de la leche varía con la especie, raza, tipo de alimentación que este recibe, estado fisiológico del animal, época del año y el número de ordeños entre otros factores (**Bidot 2017**).

Entre las propiedades químicas de la leche se encuentra los sólidos totales, representan del 12 al 13% de la totalidad de la leche los cuales abarcan todos los componentes a excepción del agua, que constituye entre un 82 y 82,5% del total de la leche. Los sólidos no grasos abarcan todos los componentes a excepción del agua y la grasa, representado un 9 % de la totalidad (**Agudelo Gómez y Bedoya Mejía 2005**).

A diferencia de la leche de vaca que es la mayormente consumida ya que esta aporta el 82 % de la producción lechera mundial, seguido por los búfalos con el 14%, y posicionando a las cabras en tercer puesto con el 2 % y las ovejas con el 1 % **(FAO 2019)**, la leche de cabra es más blanca a razón de que esta carece de carotenos que son los encargados de la pigmentación y estos en los animales se convierten en vitamina A; el olor fuerte que emana su leche es mayormente debido a la absorción de compuestos aromáticos durante un manejo incorrecto de una explotación caprina **(Bidot 2017)**.

Al hacer una comparación entre leche de cabra y de vaca la composición de aminoácidos favorece a seis de los diez aminoácidos esenciales a la leche de cabra (treonina, isoleucina, lisina, cisteína, tirosina, valina); vitaminas y minerales como calcio, magnesio, sodio, potasio y fosforo poseen en cantidades similares la leche de cabra y vaca. Es deficiente en vitamina B12 y ácido fólico a comparación de la de vaca. La leche de cabra es alcalina con un pH de 6.3 a 6,7 y esto debido a su alto contenido proteínico y presencia de fosfatos, posee una densidad integra entre 1,0270-1,040 **(Fernández 2019)**.

1.2 Objetivos

1.2.1 Objetivo General.

Evaluar la composición físico-química y rendimiento productivo de la leche de cabras alimentadas con dietas a base de forrajes arbóreos.

1.2.2 Objetivos Específicos

Determinar la composición fisicoquímica de la leche en cabras alimentadas con dietas a base de forrajes arbóreos.

Establecer el efecto de la ingestión de dietas a base de forrajes arbóreos sobre la producción de la leche de cabra y consumo voluntario.

Identificar el efecto de los forrajes arbóreos sobre las funciones del rumen *in vitro* en cabras lecheras

CAPITULO II.- METODOLOGIA

2.1 Materiales

Equipos

- Lactoscan SP60, Milkotronic Ltd, Bulgaria.
- Balanza Analítica (capacidad 1000g; 0,0001 gramos)
- Mezcladora
- Picadora
- Peletizadora
- Estufa
- Desecador
- Refrigeradora

Materiales de Campo

- Caprinos en estado de gestación
- bebederos
- comederos
- Frascos para recolección de muestra
- Frascos de vidrio color ámbar
- Acacia negra (*Acacia melanoxylon*)
- Retama (*Senna multiglandulosa*)
- Heno
- Concentrado/Dieta

Materiales de escritorio (Cuaderno, esferos, hojas, marcador, cámara, computadora)

2.2 Métodos

2.2.1 Animales, alimentación y tratamientos experimentales

La presente investigación se realizó en la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Técnica de Ambato, Cevallos, Tungurahua, Ecuador, donde se utilizaron 4 cabras en periodo de gestación (2 primíparas y 2 multíparas) y se alojaron en corrales individuales, con piso de concreto y cubiertos de zinc y cáscara de arroz en el piso. Los animales se distribuyeron de forma aleatoria a cada tratamiento bajo un diseño de cuadrado latino. Cada corral tenía comedero y acceso al agua *ad libitum*.

La alimentación se suministró en la mañana y tarde (08:00 y 17:00 respectivamente) las dietas experimentales se las realizó acorde a los requerimientos mencionados en AFRC (1993) para cabras lactantes en base a parámetros de energía metabolizable y proteína metabolizable. Se fue incorporando forraje de *A.melanoxylon* y *S.multiglandulosa* como aporte de forraje arbóreo. Los forrajes fueron cosechados de arbustos de aproximadamente 3 años, teniendo en cuenta solo hojas y tallos tiernos. Posteriormente el forraje fue deshidratado bajo cubierta y luego triturado en un molino de martillo con tamaño de criba de 2 mm. Las dietas (tratamientos) y la composición química se muestran en la Tabla 1.

Tabla 1. Dietas experimentales y composición química (g/kg MS)

	Tratamientos			
	T1	T2	T3	T4
AM	0	300,4	0	150,1
Retama	0	0	300,1	150
Soya	47,6	54	61,3	58,3
Alfalfa-heno	300	0	0	0
Maíz	294	295,6	291,6	291,6
Melaza	77,6	67,6	65,6	67,6
Afrecho	247,2	255,2	254,2	255,2
Aceite de palma	24,8	18,4	18,4	18,4
Sal	4,4	4,4	4,4	4,4
V+M	4,4	4,48	4,4	4,4
Composición química				
MS	829,0	862,8	885,6	883,8
CENIZAS	56,7	57,7	45,7	51,0
MO	943,3	942,3	954,3	949,9
PC	115,7	146,7	149,3	200,4
FDN	526,3	304,2	353,2	418,5
FDA	194,9	100,8	129,0	125,7
TC	0,00	32,0	14,0	26,0

T1: Dieta concentrada con inclusión de heno (30%). T2: Dieta concentrada con inclusión de **Acacia** (*A. melanoxyton*) (30%). T3: Dieta concentrada con inclusión de **Retama** (*S. multiglandulosa*) (30%). T4: Dieta concentrada con inclusión de 15 % de **retama** y 15% de **acacia**. AM: *A. melanoxyton*. V+M: Vitaminas y minerales. MS: Materia seca. MO: Materia Orgánica. PC: Proteína cruda. FDN: Fibra detergente neutra. FDA: Fibra detergente acida. TC: Taninos condensados

2.2.2 Consumo voluntario

Se realizó mediante el método directo (alimento ofrecido – alimento rechazado en 24h) cada 15 días 3 días consecutivos donde se administraron 500 g más del consumo diario de alimento de las cabras, es decir se administraron 2,5 kg de balanceado/cabra/día.

2.2.3 Rendimiento y calidad de leche

El rendimiento de leche se evaluó cada 15 días durante 3 días consecutivos en ordeños por la mañana y por la tarde, la leche fue pesada con ayuda de una balanza electrónica con capacidad nominal de 5 kg. Se obtuvieron muestras de leche (0.5 kg) de cada animal en cada periodo experimental por tratamiento. La leche obtenida por tratamiento se refrigeró a 4°C y posteriormente transferida al laboratorio para análisis químicos. El análisis de la leche (grasa, sólidos no grasos, proteína, minerales, lactosa y densidad) se realizó utilizando un analizador de leche automático: LACTOSCAN SP60, Milkotronic Ltd, Bulgaria.

2.2.4 Digestibilidad de las dietas

Esta prueba se realizó *in vitro*. Para esto, se obtuvo el contenido del rumen (líquido y fracciones sólidas) por separado de cuatro toros canulados. El contenido ruminal (1000 ml) se recolectó antes de proporcionar el alimento en la mañana y se mantuvo a 39 °C en un recipiente de plástico sellado durante el transporte al laboratorio. El análisis en el laboratorio se hizo dentro de la hora de la recolección en un medio rico en nitrógeno según Menke y Steingass (1988). A continuación, 0.5 g de MS de cada tratamiento se colocó en botellas de vidrio de 100 ml de capacidad nominal, se añadió 60 ml de inóculo ruminal (70:30 medio/inóculo ruminal) bajo un flujo de CO₂ constante. Las botellas se sellaron y se incubaron a 39-40 °C. Para cada tratamiento se utilizaron seis botellas (repeticiones) y seis botellas adicionales como blanco. Al final de la incubación (48h), la digestibilidad *in vitro* se estimó mediante el filtrado de los residuos y se corrigió con la MS residual de los frascos utilizados como blancos.

2.2.5 Análisis químicos

La materia seca (MS) (# 7.007) y ceniza (# 7.009) se determinaron según la AOAC (1990). La fibra detergente neutro (FDN) y fibra detergente ácida (FDA) se determinaron mediante el método 12 y 13 respectivamente, ANKOM²⁰⁰⁰ analizador de fibra (ANKOM Technology, Macedon, NY, EEUU). La PC se determinó por análisis elemental (N) utilizando un LECO CHN 628 (LECO Corporation).

2.2.6 Diseño experimental y análisis estadístico

Se utilizó un diseño de cuadrado latino 4x4. Cada periodo duro 18 días (15 días de adaptación y 3 días de muestreo; mediciones de variables). Todas las variables fueron analizadas según el diseño empleado mediante el PROC-GLM del SAS. Y las diferencias entre las medias fue analizada utilizando la prueba de Tukey ($P > 0.05$).

CAPITULO III.- RESULTADOS Y DISCUSION

3.1 Análisis de resultados

3.1.1 Consumo voluntario

El consumo voluntario de MS y consumo de MS digestible no mostró diferencias entre los tratamientos ($P>0.05$). La digestibilidad de la MS fue mayor ($P=0.0003$) en el tratamiento con inclusión de retama (*Senna multiglandulosa*) (T3; 74.2%). Con respecto al rendimiento de leche fue mayor ($P=0.0012$) en el tratamiento con inclusión de acacia (*Acacia melanoxylon*) (T2) con una producción de 1.5 L/animal/día (Tabla 2).

Tabla 2. Consumo voluntario, digestibilidad y producción de leche en cabras alimentadas con dietas a base de forrajes arbóreos

	T1	T2	T3	T4	EEM	Valor P
CVMS, kg/d	1.992	1.935	1.693	1.785	0.2604	0.8414
CVMSD, kg/d	1.044	1.116	1.267	1.218	0.1762	0.8073
DMS g/kg	505.1c	598.5cb	742.8a	680.1ab	32.27	0.0003
P leche kg/d	0.795b	1.561a	0.877b	1.172ab	0.1079	0.0012

^{a,b,c} Medias con letras diferentes entre filas difieren significativamente ($P<0.05$). T1: Dieta concentrada con inclusión de heno (30%). T2: Dieta concentrada con inclusión de **Acacia** (*A. melanoxylon*) (30%). T3: Dieta concentrada con inclusión de **Retama** (*S. multiglandulosa*) (30%). T4: Dieta concentrada con inclusión de 15 % de **retama** y 15% de **acacia**. EEM: Error estándar de la media. CVMS: Consumo voluntario de materia seca. CVMSD: Consumo voluntario de materia seca digestible. DMS: Digestibilidad de materia seca.
P leche: Producción de leche

3.1.2 Análisis químico de la leche

En la tabla 3; se observa que, en la composición química de la leche en analitos como grasa, sólidos no grasos, proteína, minerales, lactosa, densidad no se reflejan diferencias significativas ($P > 0.05$) entre los tratamientos evaluados.

Tabla 3. Composición química (en %) de la leche de cabra alimentada con inclusión de forrajes arbóreos en dietas.

	T1	T2	T3	T4	EEM	Valor P
Grasa	5.970	5.485	5.578	5.535	0.8640	0.9769
SNG	10.125	9.730	10.215	9.600	0.4727	0.7562
Proteína	3.715	3.567	3.670	3.515	0.1509	0.7763
Minerales	0.850	0.815	0.850	0.800	0.0375	0.7187
Lactosa	5.562	5.340	5.485	5.245	0.2225	0.7484
Densidad	33.233	32.155	31.178	31.155	1.3881	0.6867

SNG: Sólidos no grasos. EEM: error estándar de la media. T1: Dieta concentrada con inclusión de heno (30%). T2: Dieta concentrada con inclusión de **Acacia** (*A. melanoxylon*) (30%). T3: Dieta concentrada con inclusión de **Retama** (*S. multiglandulosa*) (30%). T4: Dieta concentrada con inclusión de 15 % de **retama** y 15% de **acacia**

3.2 Discusión

En los resultados obtenidos, el T3 con inclusión de *S. multiglandulosa* presentó la mejor digestibilidad, la cual puede verse influenciada por la baja cantidad de fibra detergente ácida en comparación con T1, esta información se ve reflejada en la Tabla 1; ya que la fibra es el componente que endurece la pared celular, lo cual dificulta la interacción de los microorganismos en la digestión de los nutrientes (**Hernández-Orduño et al. 2012**). Por tanto, existirá menor o mayor digestión en relación al contenido de fibra algo que se observa en este estudio, también la digestibilidad se puede ver influenciada con el contenido de taninos que en comparación con el T3 las dietas T2 y T4 poseen una baja digestibilidad pero presenta elevadas cantidades de taninos, mismos que tienen un efecto reductor de la digestibilidad, mientras que los efectos tóxicos que se presenten dependerán de la hidrólisis que exista en el rumen (**Torres Acosta et al. 2008**), a mayor cantidad de taninos menor es la digestibilidad debido a que los taninos pueden formar un complejo tanino – proteína inhibiendo la acción de las enzimas digestivas (**Smitha Patel et al. 2013**). Se dice en estudios realizados de digestibilidad *in vitro* con plantas leguminosas como *Lespedeza cuneata* que elevadas concentraciones de taninos 10,6% en base a materia seca reduce consumo voluntario de materia seca, degradación ruminal de la proteína y disminuye en el rumen la digestión de los carbohidratos solubles además de la hemicelulosa (**Solano Vazquez 1997**). Sin embargo, esta acción puede favorecer la absorción de proteína en las partes bajas del tracto gastrointestinal (**Kaitho et al. 1998**).

Se mencionan investigaciones que al utilizar concentrado con inclusión a diferentes niveles de vainas de *Acacia Farnesiana* a 100, 200,300,400 g/kg MS con cantidades de taninos entre 1,2-3,6 g/kg MS no muestran diferencias significativas en la digestibilidad de materia seca (**Velázquez et al. 2011**). En contraste, **McSweeney et al. (2001)** obtuvieron una baja digestibilidad *in vitro* de nutrientes por efecto de los taninos; es posible que estas diferencias se deban a los distintos niveles de

concentración de taninos utilizados en las dietas, además que estudios demuestran que la presencia de estos fenoles en el forraje tiene un efecto toxico tanto como para las bacterias en el rumen como para protozoarios y hongos afectando negativamente la digestibilidad de la materia seca.

El consumo voluntario de materia seca no muestra diferencias significativas, a pesar que el T2 posee mayor cantidad de taninos, y estos a pesar de sus propiedades astringentes y su concentración no influenciaron de manera negativa la ingesta de la dieta (**Márquez y Suárez 2008**). Se puede considerar que la cantidad de taninos que cada tratamiento contiene se encuentra entre los rangos considerados aceptables de 22-55 g/kg sin producirse efectos negativos en su consumo(**Min et al. 2003**). Además que la cabra al ser una especie rustica de fácil adaptación por su anatomía y su fisiología a ambientes con condiciones adversas, es resistente a los efectos tóxicos que pueden provocar las plantas taniníferas ya que las cabras poseen proteínas salivares como la prolina que produce una homeostasis oral al formar complejos cuya funcionalidad implica la unión de la proteína a los taninos, una unidad de proteína por elevada cantidad de taninos que bloquean sus efectos permitiendo mayor paso de proteína para ser aprovechada al rumen, sin influenciar su consumo (**Shimada 2006;McArthur et al. 1995**).

Por otra parte, la mayor producción de leche observada en el T2 también puede estar influenciada por la cantidad de taninos que contenía la dieta, esto pudo ocasionar: a) que los taninos que escapan a la acción de la prolina formen complejos con las proteína a nivel ruminal e incremente el paso de proteína de bypass hacia las partes bajas del tracto gastrointestinal (**Barros-Rodríguez et al. 2014**) b) maximización en la utilización de la energía, ya que los taninos pueden ayudar a reducir los protozoos en el rumen así como la producción de H₂ y con ello, reducir las pérdidas de energía en forma metano y otros gases que se producen como consecuencia de la fermentación entérica en los rumiantes (**Brooker et al. 2000**). Estos resultados son consistentes a los reportados por **Carvajal et al. (2012)**; **Manotoa (2016)** quienes mencionan que los taninos y saponinas incluidos en las dietas de los rumiantes puede

disminuir las pérdidas de energía en el animal que se produce por la producción de gases de efecto invernadero, así como, el incremento de la producción tanto de leche como de peso atribuidos al paso de proteína al duodeno. No obstante, composición fisicoquímica de la leche no se modifica.

Los efectos productivos positivos en animales que se administran forrajes con cantidades moderadas de taninos se atribuyen a la protección de la proteína a la degradación ruminal, dando lugar al aumento del flujo de aminoácidos al intestino delgado y al incremento en la absorción de aminoácidos esenciales hacia la sangre, cuando se incrementa la absorción intestinal de aminoácidos se esperaría un incremento en las concentraciones de proteína en leche las cuales no se presentan diferencias significativas (**Noro *et al.* 2013**).

Al considerar la cantidad de proteína que se encuentra en cada tratamiento tenemos que los tratamientos con inclusión de las plantas arbóreas poseen mayor cantidad de proteína en relación al T1, obteniendo que el T4 posee mayor cantidad de proteína de 2004,4 g/kg, sin embargo se debe considerar que no es el tratamiento con mejores resultados obtenidos en cuanto a producción láctea y esto se explica debido a la cantidad de taninos condensados en la dieta, a pesar de tener mayor cantidad de proteína para formar los complejos, la cantidad de compuestos secundarios es menor en comparación con el T2 con mayor cantidad de compuestos fenólicos que producen a nivel ruminal que se relaciona con la disminución de la digestibilidad de proteína, ya que evitan la excesiva degradación de la proteína en el rumen por parte de los microorganismos ruminales al disminuir su actividad proteolítica, además que previene la formación de gases ya que intervienen en la producción de iones H⁺ disminuyendo su formación, también permite que al proteger a las proteínas de la proteólisis en el rumen exista proteína sobrepasante en el abomaso lo que produce mayor hidrólisis por las condiciones ácidas del abomaso y ser absorbidas en el intestino (**Solano Vazquez 1997**).

3.3 Verificación de hipótesis

Se aprueba la H_a ; que menciona que el consumo de dietas a base de *A. melanoxylon* no afectó las propiedades físico-químicas de la leche sin embargo mejoró la producción láctea en cabras.

CAPITULO IV.- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1 Conclusiones

Mediante la presente investigación se concluye que al alimentar cabras lecheras con dieta a base de forrajes arbustivos estas no muestran diferencias significativas en la composición fisicoquímica de la leche.

Se estableció el efecto que esta ingesta produce sobre la producción de la leche de cabra, obteniendo el T2 con *A. melanoxylon* en un 30 % de inclusión los mejores resultados 1.561 kg/d, el consumo voluntario no mostro diferencias significativas entre los diferentes tratamientos.

Se identificó el efecto de los forrajes arbóreos sobre las funciones del rumen *in vitro* en cabras lecheras dando los mejores resultados en el T3 con inclusión del 30% del forraje (*S.Multiglandulosa*) con 742.8 g/kg

4.2 Recomendaciones

Se recomienda la inclusión del 30 % *A. melanoxylon* en dietas para cabras lecheras como suplementación alimenticia para mejorar la producción láctea.

MATERIALES DE REFERENCIA

Agudelo Gómez, DA; Bedoya Mejía, O. 2005. Composición nutricional de la leche de ganado vacuno (en línea). *Revista Lasallista De Investigación* 2(1):38-42. DOI: <https://doi.org/1794-4449>.

Baraza, E; Hódar, JA; Zamora, R. 2009. Consequences of plant-chemical diversity for domestic goat food preference in Mediterranean forests. *Acta Oecologica* 35(1):117-127. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.actao.2008.09.001>.

Barros-Rodríguez, MA; Solorio-Sánchez, FJ; Sandoval-Castro, CA; Ahmed, AMM; Rojas-Herrera, R; Briceño-Poot, EG; Ku-Vera, JC. 2014. Effect of intake of diets containing tannins and saponins on in vitro gas production and sheep performance. *Animal Production Science* 54(9):1486-1489. DOI: <https://doi.org/10.1071/AN14294>.

Bidot, A. 2017. Composición, cualidades y beneficios de la leche de cabra: revisión bibliográfica (en línea). *Revista de Producción Animal* 29(2):32-41. Disponible en http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S2224-79202017000200005&script=sci_arttext&tlng=pt.

Brooker, JD; Donovan, LO; Skene, I; Sellick, G. 2000. Mechanisms of tannin resistance and detoxification in the rumen. *Proceedings of the 8th International Symposium on Microbial Ecology (January 2000)*:1-9.

Carvajal, T; Lamela, L; Cuesta, A. 2012. como suplemento para vacas lecheras en la Sabana de Bogotá , Colombia Evaluation of the trees *Sambucus nigra* and *Acacia decurrens* as supplement for dairy cows in the Bogotá Savanna , Colombia. *35(4)*:417-429.

Chimborazo Azogue, WH. 2018. “EFECTO DE LEGUMINOSAS ARBÓREAS SOBRE LA PREFERENCIA DE CONSUMO EN OVINOS (*Ovis aries*)”. s.l., Universidad Técnica de Ambato. 160-164 p.

Fernández, AB. 2019. Chemical Composition of Goat Milk. *1(1)*:1-5.

Gerardo, J; Hernández, P. 2017. La acacia negra (*acacia decurrens*) como alternativa forrajera en el tropico alto andino colombiano. s.l., s.e. 90 p.

Hernández-Orduño, G; Torres-acosta, JFJ; Sandoval-Castro, CA; Aguilar-Caballero, A.; Capetillo-leal, CM; Alonso-díaz, MA. 2012. In cafeteria trials with tannin rich plants, tannins do not modify foliage preference of goats with browsing experience. *Ethology Ecology & Evolution* (April 2015):37-41. DOI: <https://doi.org/10.1080/03949370.2012.683453>.

Hoste, H; Jackson, F; Athanasiadou, S; Thamsborg, SM; Hoskin, SO. 2006. The effects of tannin-rich plants on parasitic nematodes in ruminants. *Trends in Parasitology* 22(6):253-261. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.pt.2006.04.004>.

Kaitho, RJ; Umunna, NN; Nsahlai, I V; Tamminga, S; Bruchem, J Van. 1998. Nitrogen in Browse Species : Ruminal Degrad- abilit y and Post-ruminal Digestibilit y Measured b y Mobile N y Ion Bag and In Vitro Techniques. 488:488-498.

Manotoa, S. 2016. “Capacidad de defaunacion ruminal y mitigacion de gases efecto invernadero: Efecto de leguminosas forrajeras arboreas y arbustivas. s.l., Universidad Tecnica de Ambato. 48 p.

Márquez, D; Suárez, Á. 2008. El uso de taninos condensados como alternativa nutricional y sanitaria en rumiantes. *Revista de Medicina Veterinaria* (16):87-109. DOI: <https://doi.org/10.19052/mv.1449>.

McArthur, C; Gordon, D; Beal, M. 1995. SALIVARY PROLINE-RICH PROTEINS IN MAMMALS : ROLES IN ORAL HOMEOSTASIS A N D COUNTERACTING DIETARY TANNIN. 21(6).

McSweeney, CS; Palmer, B; McNeill, DM; Krause, DO. 2001. Microbial interactions with tannins: Nutritional consequences for ruminants. *Animal Feed Science and Technology* 91(1-2):83-93. DOI: [https://doi.org/10.1016/S0377-8401\(01\)00232-2](https://doi.org/10.1016/S0377-8401(01)00232-2).

Min, BR; Barry, TN; Attwood, GT; McNabb, WC. 2003. The effect of condensed tannins on the nutrition and health of ruminants fed fresh temperate forages : a review. 106:3-19. DOI: [https://doi.org/10.1016/S0377-8401\(03\)00041-5](https://doi.org/10.1016/S0377-8401(03)00041-5).

- Mole, S; Butler, LG; Iason, G. 1990. Defense Against Dietary Tannin in Herbivores : a Survey for Proline Rich Salivary Proteins in Mammals. 18(4):287-293.
- Noro, M; Strieder-Barboza, C; Reyes, G; Weschenfelder, M; Cucunubo, LG; Sánchez, JL. 2013. Respuesta metabólica y productiva de vacas lecheras en pastoreo suplementadas con taninos de quebracho (*schinopsis balansae*). Revista Científica de la Facultad de Ciencias Veterinarias de la Universidad del Zulia 23(5):417-425.
- Ortíz-Tirado, P. 2016. Preferencia de Consumo de Forrajes Arbóreos y Arbustivos Andinos en Ovinos. Universidad Técnica de Ambato. Facultad de Ciencias Agropecuarias. Tesis de Maestría en Agroecología y Ambiente :1-62.
- Ramos, E. 2006. Utilización de diversas leguminosas grano en la producción de la leche de cabra. Análisis de su valor nutritivo y calidad de la leche producida (en línea). s.l., UNIVERSIDAD DE GRANADA FACULTAD DE CIENCIAS. 164 p. Disponible en <http://digibug.ugr.es/bitstream/handle/10481/1366/1649779x.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.
- Shimada, T. 2006. Salivary Proteins as a Defense Against Dietary Tannins. :1149-1163. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10886-006-9077-0>.
- Smitha Patel, PA; Alagundagi, SC; Salakinkop, SR. 2013. The anti-nutritional factors in forages - A review. 6(4):516-526.
- Solano Vazquez, H. 1997. Efecto de diferentes concentraciones de taninos sobre la flora microbiana ruminal y en la degradabilidad in vitro del forraje de alfalfa (en línea). s.l., s.e. . Disponible en <http://cdigital.dgb.uanl.mx/te/1080072016.PDF>.
- Tituaña Pulluquitin, MC. 2018. Evaluación de la preferencia de consumo de leguminosas arbóreas con potencial forrajero en rumiantes menores. s.l., s.e. 71 p.
- Torres Acosta, JF; Alonso Diaz, MA; Hoste, H; Sandoval Castro, C; Aguilar Caballero, AJ. 2008. Efectos negativos y positivos del consumo de forrajes ricos en taninos en la producción de caprinos. Tropical and Subtropical Agrpecosystems 9:9.
- Velázquez, A.; González, M; Perezgrovas, R; Bórquez, J; Domínguez, I. 2011. PRODUCCIÓN, DIGESTIBILIDAD Y RENTABILIDAD EN CORDEROS DE

DIETAS CON VAINAS DE ACACIA FARNESIANA. 60(231):479-488.

Ventura, J; Pech, A; Sandoval, C; Torres, J; González, PG; Sarmiento, LA. 2013. Relación herbívoro-tanino: adaptación de ovinos y caprinos a la vegetación rica en taninos de la Península de Yucatán. Bioagrociencias 6(1):19-25.

Zambrano, G.; Sanchez, L.; Jines, F. 2011. Digestibilidad (in Vivo) De Ovinos Tropicales Alimentados Con Subproductos De Cosechas Agricolas Bajo Tres Metodos De. s.l., s.e. 347-349 p.

Anexos

Instalaciones



Recoleccion de las plantas



Nacimiento de los cabritos



Unidades experimentales (cabras)



Ordeño



Pesaje de la leche



Analisis de la leche en el LACTOSCAN



Pesaje de balanceado



Muestras para digestibilidad



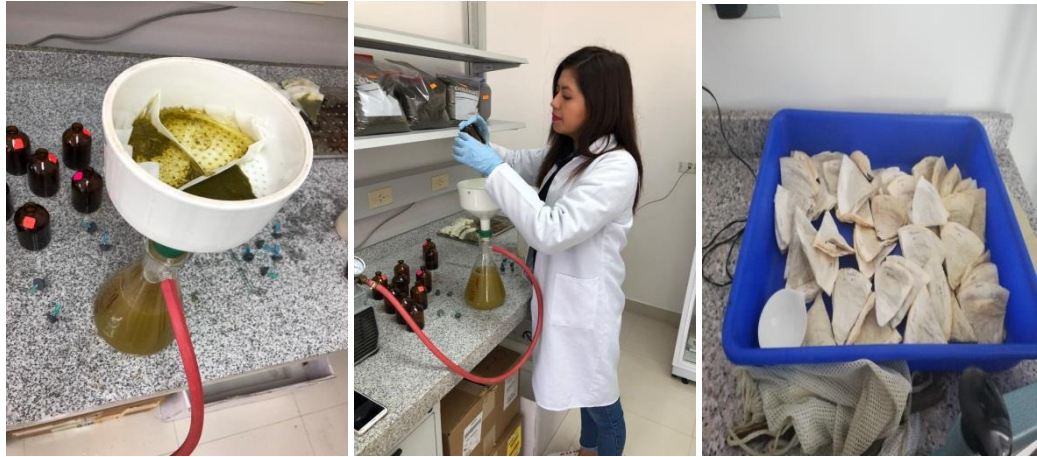
Elaboración de saliva artificial



Procesamiento de las muestras para digestibilidad



Filtrado de muestras



Obtencion de materia seca

